

Insegurança Energética

Os Leitores Openam

O Gabinete de Tecnologia Bioenergética do Departamento de Energia [Department of Energy Bioenergy Technologies Office] Comenta

Comentários Gerais

Embora o autor tenha feito uma leitura extensa da literatura disponível em biocombustíveis, seu estudo não analisa as questões críticas de sistemas energéticos, tampouco os sistemas de petróleo e de biocombustíveis. Não passa de um sumário da literatura existente. Além do mais, o sumário limita-se aos pontos de vista e resultados negativos. Também existe literatura importante, talvez mais ainda, com análises conclusivas e resultados objetivos acerca do tema, que foram omitidas ou ignoradas pelo autor. Esse também emprega o Retorno Energético sobre o Investimento [*Energy Return on Investment – EROI*] como indicador principal, a fim de defender um sistema energético para fins de investimento. Se as opções referentes à energia são feitas de forma simplística, baseadas em *EROI*, a sociedade eliminaria os sistemas de geração de força (eletricidade), uma vez que essa causa perdas significativas de energia (por exemplo, usinas elétricas ativadas com carvão perdem dois-terços do insumo).

Embora o autor apresentasse a definição de *EROI* em uma fórmula, deixou de especificar que tipos de energia deve-se incluir em cálculos de *EROI*. Além do mais, deixou de calcular, ele mesmo, o *EROI* para sistemas energéticos principais que defende e opõe. Em seu lugar, citou as quantias de várias publicações sem notar ou ignorar que os alcances e limites de sistemas nos vários estudos que citou podiam ser bem diferentes. Por exemplo, as quantias de *EROI* de 8:1 citadas para os combustíveis de petróleo não incluem a energia de petróleo contida na gasolina ou *diesel*. No entanto, algumas das quantias que mencionou para os sistemas de biocombustíveis parecem incluir energia renovável contida em biocombustíveis. Essa grande inconsistência em seu artigo resultou em conclusões inválidas baseadas nas quantias de *EROI* citadas. O problema foi claramente demonstrado na Figura 1 com

resultados contra-intuitivos para alguns dos sistemas energéticos contidos na mesma.

O autor confundiu os preços atuais de aquisição de certos combustíveis para provas de frota com os objetivos a longo prazo da Pesquisa e Desenvolvimento governamental em biocombustíveis. Os preços de aquisição atuais refletem a produção atual em escala bastante restrita e limitado avanço tecnológico. Os investimentos governamentais em P&D têm o intuito de superar barreiras tecnológicas principais para que, a longo prazo, os biocombustíveis possam vir a ser opções energéticas vitais para a nação. Se empregarmos o *status quo* para decidir o que a sociedade deve ou não fazer, muitas inovações tecnológicas e avanços não teriam ocorrido.

O autor não alcançou o nível de compreensão de resultados quantitativos e conclusões de muitos dos documentos citados em seu artigo. Essa interpretação errônea, que permeia todo o artigo, resultou em conclusões inválidas. Por exemplo, citou o uso total de energia que inclui a energia da biomassa para os sistemas de combustíveis à base de alga de Frank et al. Pode ser que a alga seja ineficiente para converter a energia renovável da luz solar em combustíveis líquidos, mas a terra não é limitada à energia solar. Por outro lado, o globo possui uma quantidade finita de recursos petrolíferos. O autor deixa de se dirigir às questões de esgotamento do recurso, quando compara os sistemas de energia petrolífera e os biocombustíveis.

Também menciona o “dispositivo de movimento perpétuo” a fim de caracterizar os sistemas de biocombustíveis. Esses na realidade funcionam, comparados àquela caracterização errônea, porque o autor deixou de levar em consideração a energia solar contida nos sistemas de biocombustíveis. Isso é, os sistemas de energia de biocombustíveis são projetados para converter a energia solar de baixa qualidade, e de certo modo ilimitada, em energia de combustível líquido.

Alguns dos estudos citados já foram ultrapassados. Muitas citações provêm da *Internet*, o que periódicos formais não permitem.

Comentários Específicos

p. 115, Par. 2 – Baseado na definição de segurança energética do Congresso aqui citada, os preços não foram incluídos na definição, mas o autor inseriu-os em sua interpretação.

p. 123 – A baixa densidade energética do biocombustível relativa ao *diesel* de petróleo é uma questão de propriedade do combustível, não uma questão de segurança energética. Senão, pode-se alegar que o hidrogênio e o gás natural, entre muitos outros combustíveis, gerariam severas questões relativas à segurança energética.

p. 123 – Parece que o autor estava confundido, assumindo que o *biodiesel* seria hidrotratado para produzir *diesel* renovável. Na prática, os óleos graxos vegetais e animais, dentre outros tipos de matéria prima, são hidrotratados para produzir *diesel* renovável, sem passar pela produção de *biodiesel*.

p. 125 – Última linha. A declaração “*o ciclo de vida do etanol de milho consome uma quantidade 3,5 maior de combustível fóssil, mais do que triplica as emissões GHG*” é com a exclusão de emissões GHG da combustão de combustível de petróleo.

p. 134–36 – A parte de problemas hídricos dos biocombustíveis. *O autor propõe uma teoria de “pico de água” paralela ao “pico de óleo”*. Isso não é correto, porque o óleo do petróleo é extraído de reserva existente e não é renovável; assim, poderia haver um pico. A água, como vista em rios ou lençóis freáticos faz parte do ciclo hidrológico global, no qual existe o insumo de água de chuva e de neve derretida, consumida sob a forma de evaporação-transpiração pelas plantas ou evaporação de lagos, mares, rios e atividades humanas, voltando então à atmosfera. Nesse ciclo hidrológico, perde-se somente pequena fração de água quando incorporada em forma sólida. Por exemplo, a água pode ficar alojada em areias petrolíferas em grande bacia de retenção de campo petrolífero. Calcula-se que a separação da água, na bacia, das areias petrolíferas, em suspensão, levará 100 anos.

O consumo de água e o impacto hídrico. O autor parece confundir dois conceitos básicos: consumo de água e impacto hídrico. De forma seletiva comparou os resultados de um com o outro. O consumo de água refere-se à água consumida através de atividade de produção em particular/processo ou estágio em ciclo de vida de produto (frequentemente a recurso hídrico específico) enquanto que o impacto hídrico é a água consumida através do ciclo de vida de produto (em geral para todos os recursos hídricos). Os dois possuem um limite de sistema,

metodologia e recurso-alvo distintos com diferentes significados. Assim, os resultados de consumo de água não podem ser comparados com os resultados do impacto hídrico. Em uma tentativa de comparar o consumo de água entre os vários combustíveis, o autor cita o impacto hídrico de gasolina de petróleo (ref. 96) e o impacto hídrico de biocombustíveis (ref. 97). É importante notar que a referência ⁹⁶ não é impacto hídrico mas estudo de consumo de água que se enfoca em dois estágios principais da produção de combustíveis – extração / crescimento do recurso e processamento/produção do combustível – tanto para a gasolina como para os biocombustíveis (de milho e celulósicos) e estimativa de consumo de água de superfície e de lençóis freáticos. A Nota 97 é um estudo de impacto hídrico que se enfoca em água verde (água de chuva), água azul (superfície e lençóis freáticos) e água cinzenta – que equivale ao volume de água que se requer para diluir certa quantidade de resíduos de fertilizante em rios, não fisicamente baseada em consumo – para o ciclo de vida do combustível. Uma comparação entre os dois grupos de dados é inconsistente e sem sentido. De fato, os dados comparativos de consumo de água azul requeridos para a gasolina de petróleo e biocombustíveis obtidos com a mesma metodologia estão disponíveis na Nota 96: consumo de água para gasolina: 2.2-4.4 L/L equivalente ao BTU de etanol (convencional EUA), 11-160 L/L etanol (milho), e 1.9-4.6 L/L biocombustível (celulósico). Infelizmente, o autor optou em não empregar os grupos de dados derivados da mesma metodologia para comparação.

A dessalinização da água do mar e argumentos. O autor declarou que a produção atual do biocombustível não providencia combustível suficiente para operar uma usina de dessalinização. Em primeiro lugar, o processo de dessalinização usa eletricidade como fonte de energia, não etanol. Em segundo, as usinas atuais produzem água de irrigação para a produção de víveres para consumo humano, não para biocombustíveis. Vamos supor que a safra de biocombustíveis seja irrigada com água dessalinizada – que é o consumo ou uso de água azul na metodologia de impacto hídrico. A água produzida pela usina, 126-970 L/L insumo de energia equivalente ao etanol, satisfaria o requisito de água de irrigação e processo para biocombustíveis produzidos nos E.U.A. Baseado na seção acima (3) (ref. 96), 11-160 L de água azul seriam necessários para produzir um litro de etanol – para o etanol de milho produzido em regiões responsáveis pelos 90% de etanol nos E.U.A. Após o consumo de água para o processo e a irrigação, ainda restam 115-810 L de água

dessalinizada por L de etanol produzido. Assim, no Centro-Oeste norteamericano, sob condições atuais, e de acordo com o caso básico, o etanol de milho consegue, não só providenciar combustível suficiente para operar a usina de dessalinização, a fim de produzir água para irrigar a safra, mas também contribuir à sobra de combustível para operar os veículos, o que está completamente contrário à conclusão do autor. O motivo principal pela diferença é que o autor incluiu os resultados da metodologia de impacto hídrico, além do consumo de água para a irrigação e o processo, chuva e água cinzenta (água para diluir o resíduo de fertilizante químico). Note que a água doce dessalinizada satisfaz as demandas de água de irrigação, mas não substituiria a água de chuva, que contribui quantidade significativa ao impacto hídrico.

Zia Haq, *PhD*

Analista Chefe/Coordenador *DPA*

Gabinete de Tecnologia Bioenergética do Departamento de Energia

[Department of Energy Bioenergy Technologies Office]

Departamento de Defesa

O artigo acima, destaca opiniões interessantes referentes aos obstáculos encarados pelo Departamento de Defesa *[Department of Defense – DoD]* em utilização da inovação energética, mas em última análise, errôneas.

O Departamento investe em vários suprimentos de energia e tecnologia, a fim de avançar as missões militares e melhorar a capacidade de defesa. Para isso, o Departamento gasta aproximadamente \$15 bilhões de dólares anualmente em combustíveis à base de petróleo para as operações militares – cerca de 2% de nosso orçamento total – e mais de \$1 bilhão de dólares em iniciativas para aperfeiçoar a utilização de energia operacional.

Quase todas essas iniciativas são dedicadas a reduzir a quantidade necessária de combustível para as operações militares. Como um dos maiores consumidores de combustíveis líquidos do mundo, o Departamento diversifica os suprimentos, especialmente para a frota de navios e aeronaves, que estarão em operação durante muitas décadas

mais. Desde 2003, o *DoD* investiu em combustíveis alternativos de forma modesta mas importante, especialmente em Pesquisa e Desenvolvimento pelas Forças Armadas para assegurar a operação de seu equipamento de defesa com a utilização de diferentes combustíveis alternativos. Uma de nossas diretrizes declara que somente podemos adquirir quantidades operacionais de tais combustíveis se seu custo for competitivo com os combustíveis convencionais. As referências aos preços por galão que o *DoD* está pagando pelos combustíveis alternativos refere-se à pequenas quantidades de combustíveis para provas adquiridos como parte dos programas de P&D [Pesquisa e Desenvolvimento]. Além do mais, o Departamento somente investiga a possibilidade de aquisição de combustíveis alternativos adicionáveis [*drop-in*] para emprego tático, e não etanol ou *biodiesel*.

Com respeito à questões referentes ao futuro dos mercados de matéria-prima e propriedades de vários combustíveis, o *DoD* baseia-se na perícia do Departamento de *Energia* [*Department of Energy – DoE*], do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos [*U.S. Department of Agriculture – USDA*] e do setor privado.

A Diretriz de Combustíveis Alternativos do Departamento de Defesa para Combustíveis Alternativos Destinados à Plataformas Operacionais [*Department of Defense Alternative Fuels Policy for Operational Platforms Alternative Fuels*] de julho de 2012, que governa os investimentos militares em combustíveis alternativos, e outros materiais para os programas de energia do *DoD*, encontram-se na *Internet*, sob energy.defense.gov.

Adam L. Rosenberg, *Ph.D*

Diretor Adjunto – Estratégia Tecnológica [*Deputy Director for Technology Strategy*] Gabinete do Secretário de Defesa Adjunto para Programas e Planos de Energia Operacional [*Office of the Assistant Secretary of Defense for Operational Energy Plans and Programs*]

O AUTOR RESPONDE:

1 de março de 2013

As refutações do *DoD* e do *DoE* são notáveis, especialmente pelos pontos que não disputam. Meu artigo contém os Sete Pecados Capitais dos Biocombustíveis:

1. Dependência debilitante em combustível fóssil
2. *EROI* deficiente em escala
3. Baixa qualidade (densidade energética, densidade de potência, incompatibilidade com a infraestrutura e motores existentes, necessidade de hidrotreamento, etc.)
4. Enorme impacto ambiental (impacto terrestre e hídrico, contaminação por nitrato (eutroficação) e vazamento agroquímico, alteração irreversível de, e dano ao *habitat* biodiverso)
5. Ciclos de vida mais elevados de emissões *GHG* (quando apropriadamente computados, inclusive a mudança em uso do solo, N_2O , CH_4 e CO_2)
6. Aumento em instabilidade global (competição pelos víveres, confiscação de terras, por qualquer meio possível, deslocamento de populações nativas, trabalho pseudo-escravo)
7. Redução em segurança energética (custo mais elevado, maior volatilidade de preços, produção elevada sem reservas, vulnerabilidade ao clima, perda de safras, etc.)

Cada um desses argumentos, em si, é fatal à declaração de que os biocombustíveis promovem a segurança nacional. A versão mais longa do artigo acrescenta a essas falhas fatais a vulnerabilidade do atual e futuro aumento de dependência em minerais agrícolas importados, a perspectiva histórica da condição de civilizações baseadas em biomassa de baixo *EROI*, retrógrado, e o histórico da nação que computa o fracasso das tentativas de produção de biocombustíveis.

De todas as provas apresentadas contra os biocombustíveis em meu artigo, as refutações do *DoD* e do *DoE* somente colocam em dúvida o *EROI* e o impacto hídrico. No entanto, criticam apenas minha metodologia computacional, não o fato subjacente da enorme desvantagem dos mesmos.

Fiquei surpreso em saber que o *DoE* não pensa que o preço e a densidade de combustíveis estejam relacionados à segurança nacional. O custo da energia está diretamente vinculado à estabilidade de suprimento e à situação econômica geral. A densidade energética afeta a economia de combustíveis para os veículos e assim o número e tamanho dos comboios necessários para suprir combustíveis às tropas em campos de batalha. O preço mais alto dos biocombustíveis deixa menor quantidade do PIB nacional para sustento e crescimento, e a menor densidade de biocombustíveis irá requerer maior número de caminhões-tanque em campos de batalha que estarão sujeitos à emboscadas e a Dispositivos Explosivos Improvisados – DEIs [*Improvised Explosive Devices - IEDs*].

Devo admitir que não consegui entender a lógica de como a chuva que irriga as safras do Centro-Oeste norteamericano reduz a energia requerida para dessalinizar a água marinha na Arábia Saudita. Também foi deplorável quando o *DoE* confundiu a eficiência térmica de usina de força com o *EROI* de biocombustíveis. Em contraste à ambas as refutações, meu artigo é uma tentativa de ser franco e transparente para que os interessados no tema não fiquem intimidados com o uso de jargão técnico e possam assimilar a pesquisa por si mesmos.

As outras críticas simplesmente citam o artigo incorretamente. Os leitores atentos – aqueles que verdadeiramente desejam explorar as 6.000 palavras das Notas, bem como as 11.056 palavras do texto original – descobrirão como até mesmo os relatórios governamentais e os estudos universitários em periódicos profissionais, revisados pelos pares em Física, Química, Biologia e Ciências Econômicas, convergem, para pintar um quadro coerente e negativo dos biocombustíveis.

A melhor prova da acuidade de toda teoria ou ponto de vista mundial é se consegue prever o futuro. Desde a versão final de meu artigo há dois meses, foram publicados dois estudos que documentam o dano causado pelos biocombustíveis ao ambiente nos Estados Unidos, mais o fato de que a única empresa norteamericana que conseguiu vender etanol celulósico para receber créditos em Padrão de Combustível Renovável da EPA [*EPA Renewable Fuel Standard – RIN*] acaba de declarar bancarrota. Agora deixo o tema em mãos dos leitores para que possam ir mais a fundo e decidir – será que os Biocombustíveis resultam em vãs promessas?

Ver Wright, C. K. e M. C. Wimberly. "Recent Land Use Change in the Western Corn Belt Threatens Grasslands and Wetlands," *Procedimentos da Academia Nacional de Ciências [National Academy of Sciences]* (February 19, 2013). doi:10.1073/pnas.1215404110; e Faber et al., "Plowed Under," Environmental Working Group, February 2012. http://static.ewg.org/pdf/plowed_under.pdf.

Susanne Retka Schill. "Western Biomass Energy in Chapter 11 Reorganization." *Ethanol Producer Magazine*, February 12, 2013. <http://www.ethanolproducer.com/articles/9549/western-biomass-energy-in-chapter-11-reorganization>.

T. A. Kiefer
CAP USN

Fui eu quem deu origem ao Retorno Energético sobre o Investimento [*Energy Return on Investment - EROI*] e hoje sou, provavelmente, a autoridade no tema e suas inferências, embora muitos outros cientistas de renome tenham cooperado em seu desenvolvimento. Apesar de pequenas críticas e correções mínimas, creio que o Capitão Kiefer em seu artigo "*Insegurança Energética: A Falsa Promessa de Biocombustíveis Líquidos*" resumizou, muito bem, a literatura científica referente a *EROIs* e suas inferências para com a Marinha dos EUA. Creio ser um excelente relatório, e não consegui encontrar grandes falhas durante a leitura inicial. Como em todo estudo científico dessa índole é justo sujeitá-lo à revisão pelos pares e também à maiores análises. Nesse momento, contudo, é pouco provável que suas conclusões passem por grandes alterações. As refutações oficiais, apesar de mencionarem, aqui e ali, algum ponto válido, geralmente causam maior confusão, sem oferecer crítica perspicaz. Em minha opinião, não refletem familiaridade com o longo e cuidadoso desenvolvimento da literatura referente a *EROIs* em centenas de publicações científicas. A crítica não diminui, em essência, a validade do estudo do Capitão. Creio que prestou serviço notável à Marinha e ao país, ao indicar as extremas limitações dos combustíveis de biomassa líquida que agora existem, fora de empregos bem limitados, como (talvez) para tratores agrícolas. À medida que as forças armadas enfrentam sérios cortes orçamentários seria prudente não jogar dinheiro (ou energia) fora em algo que não oferece soluções viáveis.

Charles A. S. Hall
Catedrático

Faculdade de Ciências Ambientais e Florestais
[College of Environmental Science and Forestry]
Universidade Estadual de Nova Iorque *[State University of New York]*,
Syracuse